



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ENERGETICKÝ ÚSTAV**

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
ENERGY INSTITUTE

CENA ELEKTRICKÉ ENERGIE Z BIOMASY

PRICE OF ELECTRICITY FROM BIOMASS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

PETR ŠTĚPÁNEK

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MARTIN LISÝ, Ph.D.

BRNO 2012

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství
Energetický ústav
Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Petr Štěpánek

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Cena elektrické energie z biomasy

V anglickém jazyce:

Price of electricity from biomass

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Proveďte rešerži a zhodnocení dotačních programů, které ovlivňují celkové náklady na energii produkovanou z biomasy.

Cíle bakalářské práce:

1. Provést rešerži dotací, ovlivňujících cenu biomasy a energie z ní produkované
2. Provést celkové, obecné shrnutí dotačních prostředků na jednotku energie
3. Zhodnotit přiměřenost a vhodnost dotačních prostředků

Seznam odborné literatury:

Malat'ák J.: Biomasa pro výrobu energie, ČZU Praha 2008

Jandačka a kol.: Biomasa jako zdroj energie, ISBN 978-80-969161-3-9

Firemní podklady

Internetové stránky

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Martin Lisý, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/2012

V Brně, dne 16. 11. 2011

L. S.

doc. Ing. Zdeněk Skála, CSc.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

Abstrakt

V úvodu se práce zabývá definicí, vznikem a rozdělením biomasy. Dále jsou popsány různé způsoby technologického zpracování biomasy. Třetí část je zaměřena na legislativní úpravu výroby elektrické energie z biomasy a na dotační politiku státu v oblasti výroby energie z biomasy. Závěrečná část aplikuje konkrétní využití biomasy při vytápění města Třebíče biomasou.

Klíčová slova:

Biomasa, cena, energetické využití, regulace, podpora, dotace, legislativa

Abstract

The introduction of the work addresses the definition, creation and distribution of biomass. Below there are the different ways of processing of biomass technology. The third part focuses on the legislative regulation of electricity generation from biomass and the subsidy policy of the state in energy production from biomass. The final section applies the specific use of biomass for heating in city Třebíč.

Key words:

Biomass, price, energy use, regulation, financial support, subsidies, legislation

Bibliografická citace

ŠTĚPÁNEK, P. *Cena elektrické energie z biomasy*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2012. 27 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Martin Lisý, Ph.D.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně, pouze s použitím uvedených zdrojů odborné literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce.

Datum: 23.5.2012

Jméno a příjmení:
Petr Štěpánek

.....
Podpis

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce Ing. Martinu Lisému, Ph.D. za odbornou pomoc a cenné rady při vypracovávání mé bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat všem pracovníkům Fakulty strojního inženýrství za znalosti a praktické dovednosti, které mně předali. Poděkování patří i mé rodině a všem, kteří mě při studiu podporovali.

Obsah

1	Úvod.....	3
2	Definice biomasy	4
2.1	Vznik biomasy	4
2.2	Druhy biomasy	5
2.2.1	Zemědělská biomasa (fytomasa)	5
2.2.2	Lesní biomasa (dendromasa).....	6
2.2.3	Zbytková biomasa	7
2.3	Složení biomasy.....	7
2.4	Způsoby získávání energie z biomasy	9
2.4.1	Mechanické zpracování.....	9
2.4.2	Termochemická přeměna biomasy.....	9
2.4.3	Biochemická přeměna biomasy.....	9
2.4.4	Fyzikálně-chemická přeměna biomasy	9
2.5	Hlavní možnosti využívání biomasy	10
3	Právní úprava výroby elektrické energie z biomasy a dotační programy	10
3.1	Energetický zákon	10
3.2	Zákon o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů	10
3.3	Zákon o hospodaření s energií.....	13
3.4	Investiční podpora výroby elektřiny z OZE	13
3.4.1	Státní program EFEKT	13
3.4.2	Strukturální fondy EU	13
3.4.3	Dotace pro venkov a životní prostředí - investiční podpory z PRV.....	13
3.5	Plnění Národního akčního plánu pro energii z OZE v roce 2010.....	14
4	Vytápění Třebíče biomasou	16
4.1	Teplárna Sever.....	17
4.2	Teplárna Jih	17
4.3	Teplárna Západ	19
5	Závěr	21
6	Seznam použitých zdrojů.....	23
7	Seznam použitých zkratk a symbolů	25
8	Seznam použitých obrázků	26
9	Seznam tabulek	27

1 Úvod

Život bez elektrické energie si v dnešní době už vůbec nedokážeme představit. Většina energie se zatím získává z neobnovitelných zdrojů energie – z ropy, zemního plynu a uhlí. Zásoby těchto strategických surovin se snižují. Výroba energie z těchto surovin vede ke znečišťování životního prostředí. Příkladem mohou být ropné havárie, smog v oblastech, kde jsou tepelné elektrárny, měsíční krajina v místech, kde se těží uhlí. V neposlední řadě dochází i ke zvyšování podílu skleníkových plynů, což vede ke globálnímu oteplování planety. Hlavně z těchto důvodů se dnešní vyspělá společnost snaží nahradit tyto vyčerpatelné zdroje jinými, které budou zároveň ohleduplnější k životnímu prostředí.

Jednou z variant je jaderná energetika, která je šetrná k životnímu prostředí, avšak pouze do té doby, pokud se nestane nějaká katastrofa jako v japonské elektrárně Fukušima I, která patřila mezi dvacet nejvýkonnějších elektráren na světě. Při zemětřesení v roce 2011 zasáhla elektrárnu vlna tsunami, následkem čehož selhalo chlazení reaktorů. Při havárii uniklo značné množství radiace, z rozlehlého ochranného pásma bylo evakuováno více než 200 000 osob a havárie se stala podmětem k celosvětovým debatám o bezpečnosti jaderné energetiky. Problémem jaderných elektráren je i nedostatek uranu a likvidace radioaktivního odpadu po štěpné reakci. [1]

Z těchto důvodů se lidstvo snaží hledat jiné zdroje energie, které by byly šetrné k životnímu prostředí a nevyčerpávaly se. Těmito zdroji jsou obnovitelné zdroje energie (OZE). K obnovitelným zdrojům energie patří využití energie vody, větru, slunečního záření, bioplynu, geotermální energie a biomasy.

Obrázek 1: Jaderná elektrárna Fukušima I po havárii [2]

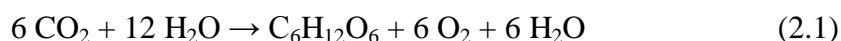


2 Definice biomasy

„Biomasa je hmota organického původu (rostlinná či živočišná). Energie biomasy má původ ve slunečním záření a lze ji oproti energii z fosilních paliv (především ropa, uhlí či zemní plyn) obnovovat, proto patří mezi obnovitelné zdroje energie. Pro energetické účely se využívá cíleně pěstovaná rostlinná biomasa (tzv. energetické plodiny) a odpady zemědělské, lesní, popř. potravinářské produkce.”[3].

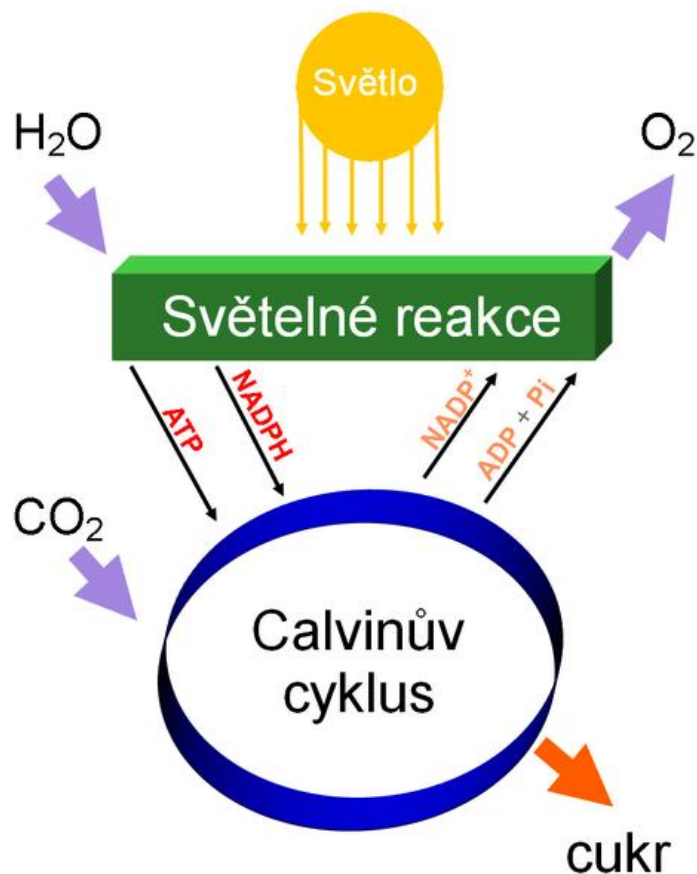
2.1 Vznik biomasy

Biomasa vzniká fotosyntézou. Fotosyntéza je významný chemický proces, při kterém se v rostlinách mění anorganické látky v organické za využití světelné energie. Rostliny při tomto ději odebírají ze vzduchu oxid uhličitý a pomocí slunečního záření a vody dochází ke vzniku glukózy a kyslíku. Tento děj zachycuje rovnice:



Fotosyntéza probíhá zejména v chloroplastech zelených rostlin. Má dvě fáze. V první světelné fázi zachycují světlo, z něhož získávají energii pro další děje. Zároveň dochází k rozkladu vody a k uvolnění kyslíku. Ve druhé temnostní fázi dochází k začlenění oxidu uhličitého do molekul cukrů. Průběh fotosyntézy ovlivňuje řada vnějších faktorů, jako je světlo, teplota, voda a množství oxidu uhličitého ve vzduchu[4].

Obrázek 2: Fotosyntéza [4]



2.2 Druhy biomasy

Podle vyhlášky č. 482/2005 Sb. o stanovení druhů, způsobů využití a parametrů biomasy při podpoře výroby elektřiny z biomasy rozlišujeme tyto druhy biomasy [5]:

Zemědělskou biomasu

Lesní biomasu

Zbytkovou biomasu

2.2.1 Zemědělská biomasa (fytomasa)

Podle vyhlášky č. 482/2005 Sb. zemědělskou biomasu tvoří Skupina 1 a 2:

- cíleně pěstované energeticky využitelné plodiny
 - jednoleté: laskavec, hořčice, konopí seté
 - víceleté:
 - krmný šťovík
 - topinambur, křídlatka
- ozimé i jarní pro nepotravinářské účely
 - obiloviny
 - kukuřice
 - olejniny
 - přádné rostliny
- rychle rostoucí dřeviny pěstované na zemědělské půdě
 - vrba
 - topol
 - akát
- energetické trávy
 - ozdobnice
 - rákos
 - chrastice
 - psineček
- část vedlejších zemědělských produktů
 - sláma olejin, sláma obilovin
 - nevyužitě seno z údržby luk a pastvin

Na počátku rozvoje pěstovaných rostlin byl jako perspektivní prosazován krmný šťovík Rumex OK 2. Uteuša je vytrvalá rostlina, dosahuje výšky až 2 m a výnos má až 10 t/ha. Není třeba každoroční nákup osiva, ušetří se náklady na orbu. Chrání půdu proti vodní erozi, nedovolí smyv ornice, dobře snáší chlad, může se pěstovat ve vyšších polohách a v kopcovitém terénu. Rumex OK 2 je pěstován na suchou hmotu, která se používá na vytápění budov a pro výrobu speciálních stavebních materiálů. Jeho předností je to, že se nemusí složitě dosoušet, má výhřevnost 17,89 MJ/kg. Jeho nespornou výhodou je to, že při spalování nevytváří na stěnách kotle nánosy, jak tomu je u spalování slámy, které se z kotle těžko odstraňují. Kromě energetických účelů se používá i jako krmná pícnina, která zvyšuje dojivost a kvalitu mléka [6].

Obrázek 3: Rumex OK2 (Uteuša) [6]



Nyní se preferuje rostlina amarant (český název laskavec), z které v hodonínské elektrárně spalováním spolu s lignitem získávali elektrickou energii do roku 2008. Nyní již spalují čistou dřevní biomasu. Šíří se pěstování rychle rostoucích dřevin, hlavně topolů a vrb. K pěstování RRD lze použít i půdu, která není vhodná pro potravinářskou produkci. Pěstování zemědělské biomasy má kromě energetického významu i řadu dalších pozitiv. Dochází k efektivnímu využívání zemědělských odpadů a přebytků, je šetrné k životnímu prostředí, přispívá k zadržení vody v krajině, umožňuje využívat tradiční zemědělskou techniku a v neposlední řadě přispívá i ke snížení nezaměstnanosti. [7]

2.2.2 Lesní biomasa (dendromasa)

Lesní biomasu dle vyhlášky č. 482/2005 Sb. tvoří skupina 3 :

- Palivové dřevo
- Zbytková dendromasa z lesnictví a dřevařského průmyslu [8]
 - odpad z těžby dřeva
 - dřevo z prořezávek
 - zbytky dřevozpracujícího průmyslu

Efektivní využívání lesní biomasy naráží na vysoké manipulační a přepravní náklady a místní dostupnost lesa. Pro energetické účely se mohou využívat pouze hospodářské lesy.

2.2.3 Zbytková biomasa

Zbytkovou biomasu dle vyhlášky č. 482/2005 Sb. tvoří Skupina 4 a 5. Tvoří ji zbytky, vedlejší produkty a odpad ze zpracování primárních zdrojů rostlinné a živočišné biomasy. Patří sem zbytky:

- papírenského průmyslu
- potravinářského průmyslu – například rozložitelné zbytky z kuchyní a jídelen
- průmyslu zpracování dřeva – kůra, piliny
- živočišného průmyslu – živočišné tuky, exkrementy chovaných zvířat
- biologicky rozložitelná část vytríděného průmyslového a komunálního odpadu [9]

2.3 Složení biomasy

Rostlinná biomasa se skládá převážně z uhlíku C, vodíku H₂ a kyslíku O₂. Oxidací uhlíku a kyslíku dochází k uvolňování tepelné energie. Nejvýznamnější složkou při uvolňování tepelné energie je uhlík. Kyslík při chemických reakcích teplo neuvolňuje. Kromě těchto prvků biomasa obsahuje i takové prvky, které mají vliv na vznik škodlivých látek při spalování. Patří sem síra S, dusík N a chlór Cl. V biomase se nachází také velké množství stopových anorganických prvků, které nepřímo ovlivňují spalovací proces, vznik škodlivých látek a tvorbu nánosů. Mezi tyto prvky patří olovo Pb, draslík K, sodík Na, vápník Ca, křemík Si, mangan Mn, bór B, měď Cu, železo Fe, hořčík Mg, nikl Ni, zinek Zn a další. Životní prostředí také zatěžuje popel.

Tabulka 1: Chemické složení biomasy a fosilních paliv [10]

Palivo	Složky paliva v suché hmotě [%]					
	C	H ₂	O ₂	N ₂	S	Cl
Smrkové dřevo s kůrou	49,8	6,3	43,2	0,13	0,015	0,005
Kůra z jehličnatého dřeva	51,4	5,7	38,7	0,48	0,085	0,019
Žitná sláma	46,6	6,0	42,1	0,55	0,085	0,400
Pšeničná sláma	45,6	5,8	42,4	0,48	0,082	0,190
Řepková sláma	47,1	5,9	40,0	0,84	0,270	0,470
Seno	45,5	6,1	41,5	1,14	0,160	0,220
Černé uhlí	72,5	5,6	11,1	1,30	0,940	<0,1
Hnědé uhlí	65,9	4,9	23,0	0,70	0,390	<0,1

Z tabulky je zřejmé, že biomasa obsahuje mnohem méně škodlivých látek než uhlí.

Tuhé palivo z biomasy se skládá z hořlaviny h , obsahu popela A a obsahu vody w .

$$h + A + w = 1 \quad [\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}] \quad (2.3.1)$$

Hořlavinu tvoří chemicky vázaná energie v biomase. Popel a voda tvoří nežádoucí podíl paliva. S růstem množství popela a vody klesá spalné teplo paliva, klesá výhřevnost a snižuje se cena paliva. Popel vzniká v důsledku reakcí minerálních látek přítomných v biomase s kyslíkem. Je tvořen minerálními látkami, které se v palivu nacházejí. Popel bývá

hlavně tvořeny oxidy prvků K_2O , Na_2O , CaO , MgO , Al_2O_3 , SiO_2 , P_2O_5 , Fe_2O_3 . Množství popela je závislé na podmínkách, při kterých spalování biomasy probíhá a na druhu biomasy.

Obsah popela v palivu vyjadřuje vzorec

$$A = \frac{m_p}{m_d} \quad (2.3.2)$$

m_p je hmotnost popela [g];

m_d je hmotnost absolutně suchého vzorku paliva [g]

Z hlediska energetického využití biomasy jsou nejdůležitějšími vlastnostmi paliva výhřevnost a spalné teplo. Spalné teplo Q_s [$MJ.kg^{-1}$] je teplo uvolněné dokonalým spálením 1 kg paliva na CO_2 , SO_2 a kapalnou vodu H_2O . Výhřevnost Q_i [$MJ.kg^{-1}$] je teplo uvolněné za stejných podmínek s tím rozdílem, že místo kapalné vody se uvolňuje pára. Výhřevnost se tedy vypočítá ze spalného tepla odečtením výparného tepla vody Q_v . Voda uvolňující se spalováním je součtem vody obsažené v palivu (vlhkost paliva) a vody vzniklé spálením paliva (odpovídá obsahu vodíku v palivu). Často se spalné teplo a výhřevnost vyjadřují v $kWh.kg^{-1}$. Pro přepočet platí $1 kWh.kg^{-1} = 3,6 MJ.kg^{-1}$.

Obsah vody výrazně ovlivňuje výhřevnost paliva, protože se zmenšuje obsah sušiny a zvětšuje se spotřeba energie na odpaření vody.

Tabulka 2: Výhřevnost, spalné teplo, obsah popela v suchém stavu. [10]

Palivo	Výhřevnost (Q_i)	Spalné teplo(Q_s)	Obsah popela (A)
	[$MJ.kg^{-1}$]	[$MJ.kg^{-1}$]	[$kg.kg^{-1}$]
Smrkové dřevo s kůrou	18,8	20,2	0,6
Kůra z jehličnatého dřeva	19,2	20,4	3,8
Žitná sláma	17,4	18,5	4,8
Pšeničná sláma	17,2	18,5	5,7
Řepková sláma	17,1	18,1	6,2
Seno	17,4	18,9	5,7
Černé uhlí	29,7		8,3
Hnědé uhlí	20,6		5,1

Z tabulky 2 je zřejmé, že výhřevnost biomasy se blíží výhřevnosti hnědého uhlí. Množství popela při spalování dřevní biomasy je mnohem menší než při spalování uhlí.

Výhřevnost s ohledem na vlhkost paliva se určí ze vztahu:

$$Q_i = Q_s - 2,453 \cdot (w + 9H_2) \quad [MJ.kg^{-1}] \quad (2.3.3)$$

Q_i je výhřevnost paliva [$MJ.kg^{-1}$]

Q_s je spalné teplo paliva [$MJ.kg^{-1}$]

w je energetická (relativní) vlhkost paliva [$kg.kg^{-1}$]

H_2 je obsah vodíku v palivu.

2.4 Způsoby získávání energie z biomasy

Biomasu používanou na energetické účely můžeme rozdělit na:

- biomasu s vysokým obsahem lignocelulózy (dřevo, sláma, obilniny)
- fytomasu olejnatých plodin (slunečnice, řepka olejná)
- biomasu s vysokým obsahem škrobu a cukru (brambory, cukrová řepa)
- organické odpady a vedlejší produkty živočišného původu (exkrementy, mléčné odpady) a směsi různých organických odpadů.

Pokud je obsah sušiny v biomase do 50%, biomasa se zpracovává mokkými procesy. Pokud biomasa obsahuje více jak 50% sušiny, na zpracování se používají suché procesy. Způsoby získávání energie z biomasy jsou mechanické zpracování biomasy, termochemická přeměna biomasy, fyzikálněchemická přeměna biomasy a biochemická přeměna biomasy.

2.4.1 Mechanické zpracování

Příkladem je třídění odpadu, zpracovávání dřevních zbytků do svazků, pelet, štěpek, sekání slámy a sena, vytlačování oleje z rostlin. Tento způsob zpracování se používá jako příprava zdrojů biomasy k další přeměně.

2.4.2 Termochemická přeměna biomasy

Patří mezi suché procesy. Přeměna biomasy se dosahuje působením tepla – spalováním, zplyňováním a pyrolýzou. Podstatou pyrolýzy je ohřev materiálu nad mez termické stability přítomných organických sloučenin, což vede k jejich štěpení až na stále nízkomolekulární produkty a tuhý zbytek [11]

2.4.3 Biochemická přeměna biomasy

Patří mezi mokré procesy.

1. alkoholové kvašení (fermentace). Výstupem je etanol, na jehož výrobu je vhodné obilí, brambory, kukuřice, cukrová třtina, cukrová řepa. Etanol se může používat přímo jako palivo nebo součást směsí.
2. metanové kvašení - výstupem je metanol, na jehož výrobu jsou vhodné exkrementy hospodářských zvířat (trus, hnůj, močůvka), fytomasa zahrnující siláže, nezkrmenou kukuřici, obilniny a odpady ze zpracovatelského a potravinářského průmyslu.

2.4.4 Fyzikálně-chemická přeměna biomasy

Mechanicky (lisováním) a chemicky (esterifikací) se z biomasy vyrábí bionafta. Výroba bionafty se skládá z lisování řepky, filtrování a následné esterifikace, což je dělení oleje na metylester (MEŘO- bionafta) a glycerol. Bionafta má podobné vlastnosti jako motorová nafta. MEŘO je ekologicky čisté palivo, které má s porovnáním s naftou 3 až 40 krát nižší obsah uhlovodíků ve výfukových plynech. Má i méně ostatních škodlivých látek. Použití MEŘO vyžaduje úpravu motoru. Současně se sníží výkon motoru o 5% , ale sníží se i spotřeba paliva o 5 %.

2.5 Hlavní možnosti využívání biomasy

Z předchozí kapitoly vyplývají hlavní možnosti využívání biomasy:

- Přímé spalování – tepelná nebo elektrická energie
- Kogenerace – elektrická energie a teplo
- Výroba bioplynu
- Výroba kapalných biopaliv
- Neenergetické, materiálové využití biomasy – například výroba papíru a buničiny
- Chemický a farmaceutický průmysl
- Stavebnictví
- Dřezpracující průmysl [12]

3 Právní úprava výroby elektrické energie z biomasy a dotační programy

Česká republika se jako členský stát Evropské unie zavázala, že zvýší výrobu elektrické energie z obnovitelných zdrojů energie (OZE). Individuální cíle podílu OZE pro jednotlivé členské státy jsou stanoveny směrnicí 2001/77/EC o podpoře elektřiny z OZE na vnitřním trhu s elektřinou EU. Jsou určeny jako procentuální podíly výroby elektřiny na hrubé domácí spotřebě elektřiny v každém členském státě. Dokument zavazuje členské státy k tomu, aby používaly taková opatření a podpory, jejichž cílem bude zvyšování výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů. [13]

3.1 Energetický zákon

Začátek dotací na podporu výroby energie z biomasy v České republice je spojen s přijetím energetického zákona 458/2000 Sb. o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích [14], který vstoupil v platnost 1. ledna 2001. Zákon stanovil právo výrobců energie z obnovitelných zdrojů, aby mohli přednostně připojit svůj zdroj elektřiny k přenosové soustavě. Provozovatelé distribuční soustavy měli povinnost vykupovat elektřinu z obnovitelných zdrojů za cenu, kterou každý rok stanovoval Energetický regulační úřad. Pro výrobce elektřiny z obnovitelných zdrojů nebyla zaručena návratnost vložených investic.

3.2 Zákon o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů

V roce 2005 byl přijat zákon č. 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů. Zákonem byly vytvořeny pevné podmínky pro všechny podnikatele v oblasti výroby elektřiny z OZE. Elektřinou z obnovitelných zdrojů se rozumí elektřina, která je vyrobena v zařízeních, která používají pouze obnovitelné zdroje. Na elektřinu, která je vyrobena v zařízeních, která využívají obnovitelné i neobnovitelné zdroje, je stanovena odlišná dotace. Za základní formu podpory se v ČR zvolila kombinace výkupních cen a zelených bonusů, která je doplněna investičními pobídkami a daňovými úlevami. Výkupní cena musí být placena tuzemským výrobcům elektřiny z OZE elektroenergetickými společnostmi, kterými jsou provozovatelé regionálních distribučních soustav a provozovatel přenosové soustavy. Provozovatelé přenosové a distribučních soustav jsou navíc dle zákona [15] povinni výrobce „zelené“ elektřiny přednostně do soustavy připojit a na jeho žádost jsou

povinni elektřinu odkoupit. Provozovatelé přenosové a distribučních soustav musí vykoupit veškerou nabízenou elektřinu z obnovitelných zdrojů, kterou mají využít ke krytí ztrát. Výkupní cenu dle zákona [15] stanoví Energetický regulační úřad vždy na kalendářní rok dopředu, a to zvlášť pro jednotlivé druhy obnovitelných zdrojů. Při stanovení výkupní ceny respektuje odlišné náklady na pořízení, připojení a provoz jednotlivých druhů zařízení. Ceny jsou nastaveny tak, aby došlo ke garanci 15-leté návratnosti vložených investic a aby byly současně vytvořeny podmínky pro dosažení indikativního cíle podílu výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů. Ceny stanovené Energetickým regulačním úřadem pro daný rok nesmí být nižší než 95 % hodnoty výkupních cen platných v roce předchozím. Od ledna 2011 se tato podmínka nevztahuje na ty druhy obnovitelných zdrojů, u kterých je dosaženo návratnosti investic kratší než 11 let.

Současně funguje i systém zelených bonusů. **Zelený bonus** zákon [15] definuje jako finanční částku navyšující tržní cenu elektřiny a hrazenou provozovatelem regionální distribuční soustavy nebo přenosové soustavy výrobcí elektřiny z obnovitelných zdrojů, zohledňující snížené poškozování životního prostředí využitím obnovitelných zdrojů oproti spalování fosilních paliv, druh a velikost výrobního zařízení, kvalitu dodávané elektřiny.

Výrobce elektřiny z obnovitelných zdrojů si může sám vždy na začátku kalendářního roku vybrat, zda vyrobenou elektřinu nabídne k výkupu či zda za ni bude požadovat zelený bonus. Pro výrobce elektřiny z OZE je zelený bonus výhodný pouze tehdy, pokud je zelený bonus větší než rozdíl mezi pevnou výkupní cenou a cenou, za kterou je výrobce schopný elektřinu na trhu prodat.

Na elektřinu, která je vyrobena z obnovitelných i neobnovitelných zdrojů, je poskytována dotace pouze formou zelených bonusů.

Obrázek 4: Elektrárna na biomasu v Hodoníně



Tabulka 3: Výkupní ceny a zelené bonusy pro výrobu elektřiny z biomasy pro rok 2012 [16]

Datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč/MWh	Zelené bonusy v Kč/MWh
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O1 v nových výrobních elektřiny nebo zdrojích od 1. ledna 2008 do 31. prosince 2012	4580	3530
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O2 v nových výrobních elektřiny nebo zdrojích od 1. ledna 2008 do 31. prosince 2012	3530	2480
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O3 v nových výrobních elektřiny nebo zdrojích od 1. ledna 2008 do 31. prosince 2012	2630	1580
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O1 pro zdroje uvedené do provozu před 1. lednem 2008	3900	2850
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O2 pro zdroje uvedené do provozu před 1. lednem 2008	3200	2150
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O3 pro zdroje uvedené do provozu před 1. lednem 2008	2530	1480
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O1 ve stávajících výrobních	2830	1780
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O2 ve stávajících výrobních	2130	1080
Výroba elektřiny spalováním čisté biomasy kategorie O3 ve stávajících výrobních	1460	410
Výroba elektřiny společným spalováním palivových směsí biomasy kategorie S1 a fosilních paliv		1370
Výroba elektřiny společným spalováním palivových směsí biomasy kategorie S2 a fosilních paliv		700
Výroba elektřiny společným spalováním palivových směsí biomasy kategorie S3 a fosilních paliv		10
Výroba elektřiny paralelním spalováním biomasy kategorie P1 a fosilních paliv		1640
Výroba elektřiny paralelním spalováním biomasy kategorie P2 a fosilních paliv		970
Výroba elektřiny paralelním spalováním biomasy kategorie P3 a fosilních paliv		280

3.3 Zákon o hospodaření s energií

Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření s energií [17] upravuje tvorbu Státní energetické koncepce, kterou vypracovává Ministerstvo průmyslu a obchodu. Státní energetická koncepce určuje priority a cíle České republiky v oblasti energetiky a vymezuje konkrétní realizační nástroje energetické politiky státu. Do budoucna se počítá s rostoucím využíváním OZE v souladu s přírodními podmínkami ČR. Rozvoj OZE a jejich podpora má být v souladu s požadavky na ochranu krajiny a zajištěním potravinové bezpečnosti ČR.

3.4 Investiční podpora výroby elektřiny z OZE

3.4.1 Státní program EFEKT

Program EFEKT je součástí Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie. Je zaměřen na osvětovou činnost v oblasti energetiky a na investiční akce menšího rozsahu. Je doplňkovým programem k energetickým programům ze strukturálních fondů Evropské unie. V roce 2010 byly z Programu EFEKT vyplaceny dotace v celkové výši 43 milionů Kč.

Pro rok 2012 byl vyhlášen program názvem EFEKT 2012. Rozpočet programu je 30 milionů a nabízí 14 typů podporovaných aktivit pro široké spektrum uživatelů. Tento program je zřízen na základě zákona č. 406/200 Sb., o hospodaření s energií. Je součástí národních akčních plánů. Specialitou programu je možnost čerpat dotace předem. Je určen převážně malým a středním podnikatelům a obcím. [18]

3.4.2 Strukturální fondy EU

Od roku 2004 mohou zájemci o výrobu elektřiny z OZE získat dotace také ze strukturálních fondů EU prostřednictvím dvou operačních programů.

1. Operační program Podnikání a inovace
 - jde o základní programový dokument MPO pro čerpání finančních prostředků z fondů EU v letech 2007 – 2013
 - součástí programu je dotační program BIO-ENERGIE, jehož cílem mimo jiné je i podpořit podnikatele k vyššímu využívání OZE
 - v oblasti využití OZE může maximální dotace činit až 40 % vzniklých nákladů, nejvýše však 250 milionů Kč.
2. Operační program Ministerstva životního prostředí – prioritní osa 3
 - cílem podpory je zvýšit využití OZE při výrobě tepla a elektřiny a využití odpadního tepla.
 - pro tyto účely jsou zde prostředky ve výši 673 milionů eur [13]

3.4.3 Dotace pro venkov a životní prostředí - investiční podpory z PRV

- podpory jsou hrazeny ze 75% z prostředků EU, z 25 % z národních prostředků ČR
- dotace na nákup zemědělské techniky a strojů, na nákup zemědělské půdy pro pěstování energetických plodin – výše dotace je maximálně 40 000 EUR [19]
- dotace na lesní techniku až do výše 50% z celkových výdajů
- dotace na podporu výstavby a modernizací kotlen a vytopen na biomasu včetně kombinované výroby tepla a elektřiny – výše dotace až 60% z celkových výdajů
- dotace na založení porostů rychle rostoucích dřevin pro energetické využití
- zelená nafta – zemědělcům stát vrací 60 procent spotřební daně, kterou zaplatili při nákupu nafty použité při zemědělských činnostech

3.5 Plnění Národního akčního plánu pro energii z OZE v roce 2010

V roce 2009 byla vydána nová směrnice EU 2009/28/EC o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů a o změně a následném zrušení směrnic 2001/77/ES a 2003/30/ES. Usnesení vlády České republiky č. 603 ze dne 25. srpna 2010 schválilo Národní akční plán pro energii z obnovitelných zdrojů. V tomto dokumentu si ČR stanovila cílovou hodnotu energie z OZE na hrubé konečné spotřebě energie v roce 2020 13,5 %, což je o 0,5 % více než původní požadavek. [13]

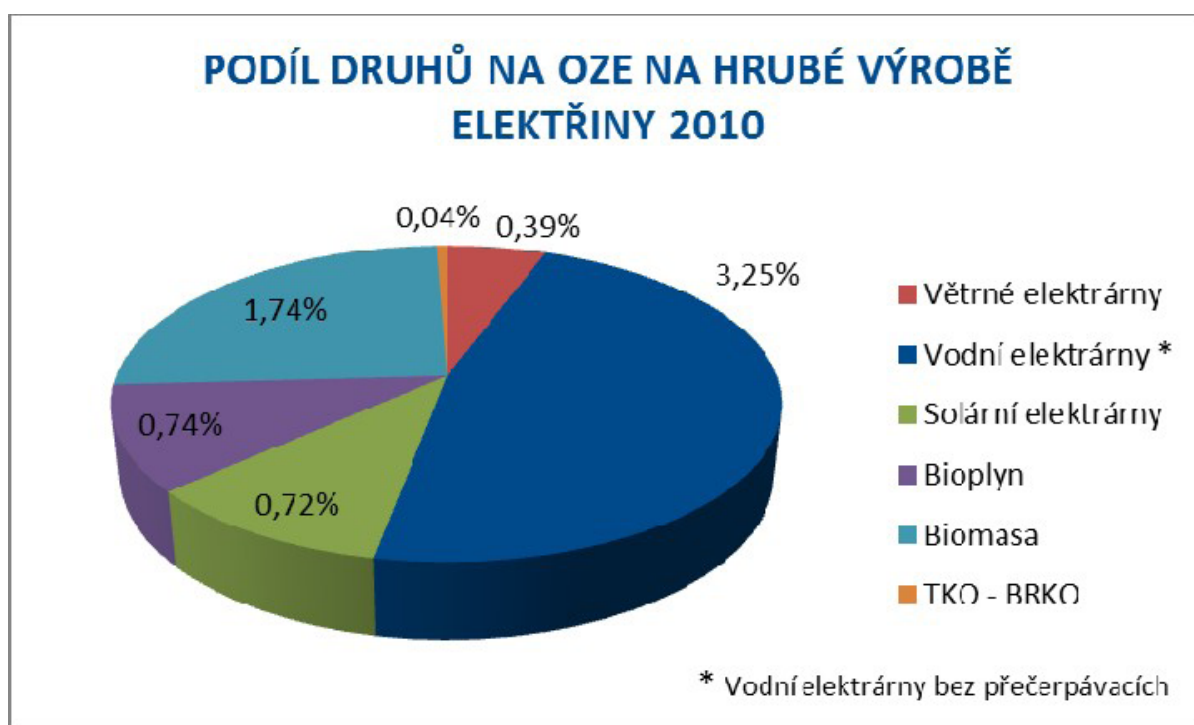
Hrubá výroba elektřiny v roce 2010 činila celkem 85 910,1 GWh. Nejvíce elektřiny se v roce 2010 v České republice vyrobilo přímým spalováním uhlí, a to 46 951 GWh elektřiny. Na druhém místě je elektřina, která pochází z jaderných elektráren. V nich bylo vyrobeno celkem 27 998,2 GWh elektřiny. Z OZE se vyprodukovalo 5 903 GWh elektřiny a tím bylo dosaženo zvýšení podílu na hrubé výrobě elektřiny na 6,87 %.

Tabulka 4: Shrnutí hrubé výroby elektřiny z OZE v roce 2010 [13]

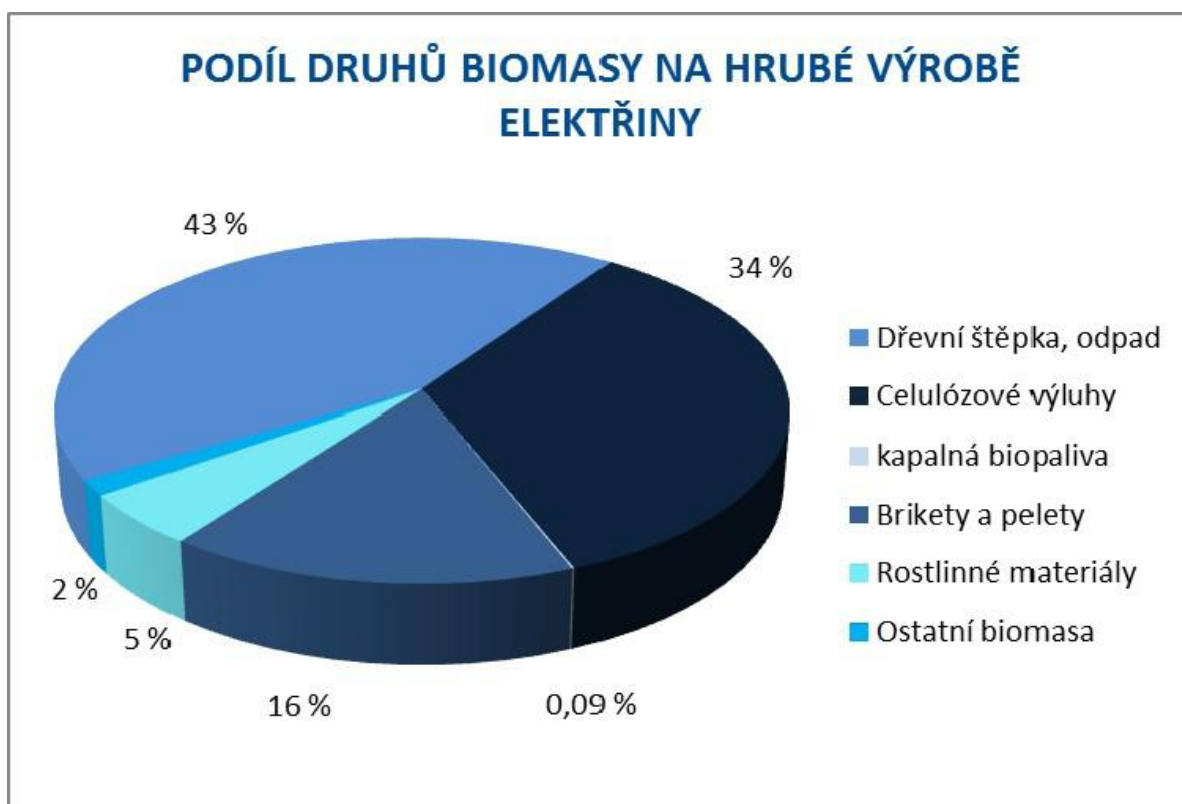
	Hrubá výroba elektřiny (MWh)	Podíl na hrubé domácí spotřebě (%)	Podíl na hrubé výrobě elektřiny (%)
Vodní elektrárny	2 789 474,0	3,93	3,25
Biomasa celkem	1 492 238,6	2,10	1,74
Bioplyn celkem	634 662,0	0,89	0,74
Tuhé komunální odpady (BRKO)	35 586,0	0,05	0,04
Větrné elektrárny (nad 100 kW)	335 493,0	0,47	0,39
Fotovoltaické elektrárny	615 702,0	0,87	0,72
Celkem	5 903 155,6	8,32	6,87

Hrubou spotřebou elektřiny se rozumí v tuzemsku vyrobená elektřina s připočtením dovozů a odečtením vývozů elektřiny.

Obrázek 5: Podíl jednotlivých druhů OZE na hrubé výrobě elektřiny v roce 2010 [13]

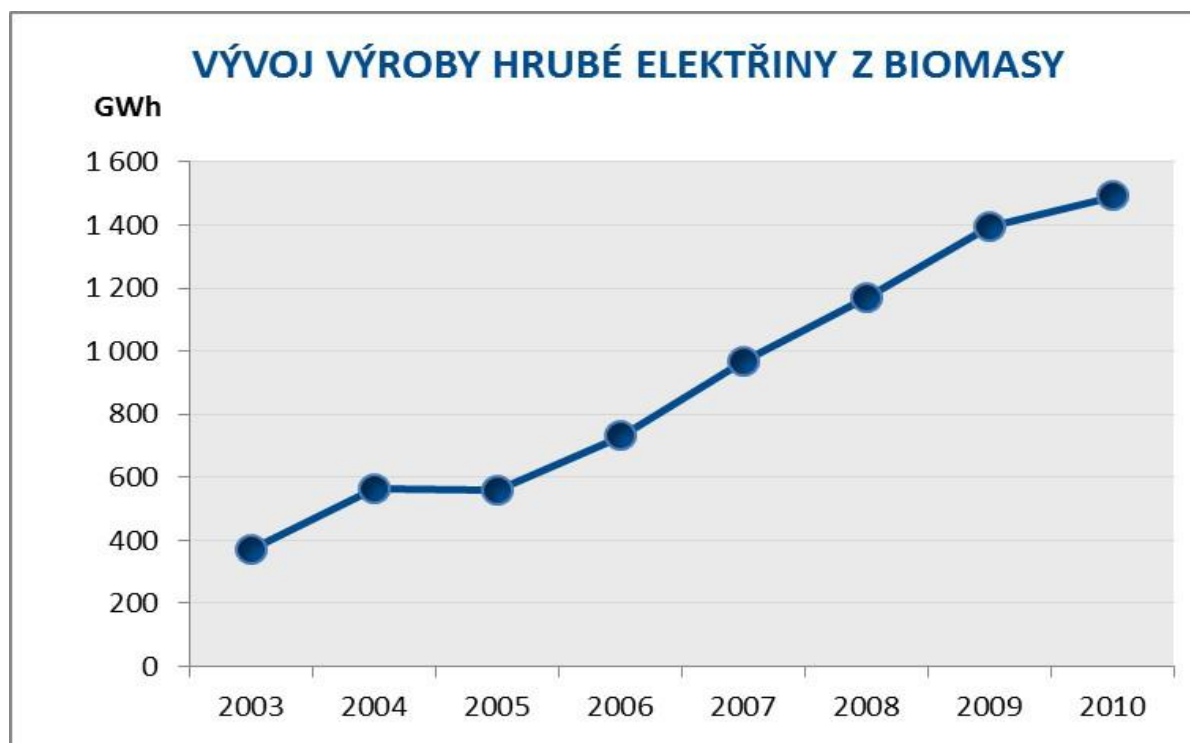


Obrázek 6: Podíl jednotlivých druhů biomasy na hrubé výrobě elektřiny z OZE v roce 2010



Ostatní biomasou se rozumí speciální palivo vyrobené z biomasy a biologicky rozložitelného odpadu spadající pod podporované zdroje energie. V roce 2010 bylo k výrobě elektřiny celkem použito 1 253 tisíc tun biomasy, což je o 200 tisíc tun více než v roce 2009

Obrázek 7: Vývoj hrubé výroby elektřiny z biomasy [13]



4 Vytápění Třebíče biomasou

V této kapitole bych se chtěl zaměřit na použití biomasy při vytápění města Třebíče. Vývoj trebičské teplárny by se dal charakterizovat slovy „od uhlí přes plyn k biomase“. V roce 2000 koupila společnost TTS první nepoužívanou uhelnou výtopnu ve městě. Na konci dvacátého století bylo v Třebíči přes 100 uhelných a plynových domovních i blokových kotlen a více než deset průmyslových uhelných kotlen, které silně znečišťovaly ovzduší Třebíče. V roce 2001 byly v kotelně instalovány dva teplovodní kotle o výkonu 2 x 5 MW na zemní plyn. V roce 2003 začala jako první kotelna v Třebíči na biomasu fungovat Teplárna Sever. Byl uveden do provozu kotel Vesko-B 3000 o výkonu 3 MW, který byl konstruovaný na spalování dřevního odpadu jako je kůra, piliny, dřevní štěpka a hoblíny. Byla zahájena rozsáhlá výstavba nových rozvodů tepla.

V roce 2005 byl spuštěn termolejový kotel na spalování biomasy o tepelném výkonu 7 MW. Tento kotel umožňuje kombinovanou výrobu tepla a elektrické energie nebo pouze výrobu tepla, kdy je veškeré teplo z termoolejového okruhu vedeno přes paralelní výměník olej-voda a přes vložený okruh voda-voda do systému centrálního zásobování teplem. Denní výkyvy v potřebě teplé vody a tepla vyrovnává zásobník s objemem 1 800m³, který umožňuje plynulý chod kogenerační jednotky ve stálém režimu. Celkové investiční náklady na výrobu tepla a elektrické energie z biomasy v Třebíči dosáhly téměř 133 milionů korun. Dotace Státního fondu životního prostředí ČR činila 35,4 milionů, půjčka Státního fondu životního prostředí byla 47,2 miliony korun a dotace České energetické agentury 5 milionů korun.

V roce 2005 byla celková produkce tepla z biomasy 35 800 MWh, což představovalo 36% produkce tepla z biomasy v centrálním zdroji tepla v Třebíči. Výroba elektrické energie z biomasy činila 5 000 MWh [20]. V tabulce číslo 5 jsou vypočítány celkové dotace na 1 MWh elektřiny. Tato cena není úplně přesná, protože dotace od ERÚ se každý rok mění. Dotace se ještě může zvednout o dotace zemědělcům na osev, RRD, na zelenou naftu, na stroje.

Tabulka 5: Celkové dotace na výrobu elektřiny v Teplárně Sever

Celkové investiční náklady	133 000 000 Kč
Celková dotace	40 400 000 Kč
Roční výroba elektřiny	5 000 MWh
Výroba elektřiny za 15 let	75 000 MWh
Investiční dotace na 1 MWh	$40\,400\,000 : 75\,000 = 539 \text{ Kč/MWh}$
Dotace od ERÚ (O2 zelený bonus pro rok 2012)	2 150 Kč/MWh
Celková dotace (investiční + ERÚ)	2 689 Kč/MWh

V roce 2005 kotelná zásobovala teplem kolem 3 400 domácností, několik základních a mateřských škol a krytý bazén v Třebíči. V roce 2012 provozuje společnost TTS energo již tři teplárny, v nichž se spaluje biomasa a vytápí kolem 10 000 domácností.

4.1 Teplárna Sever

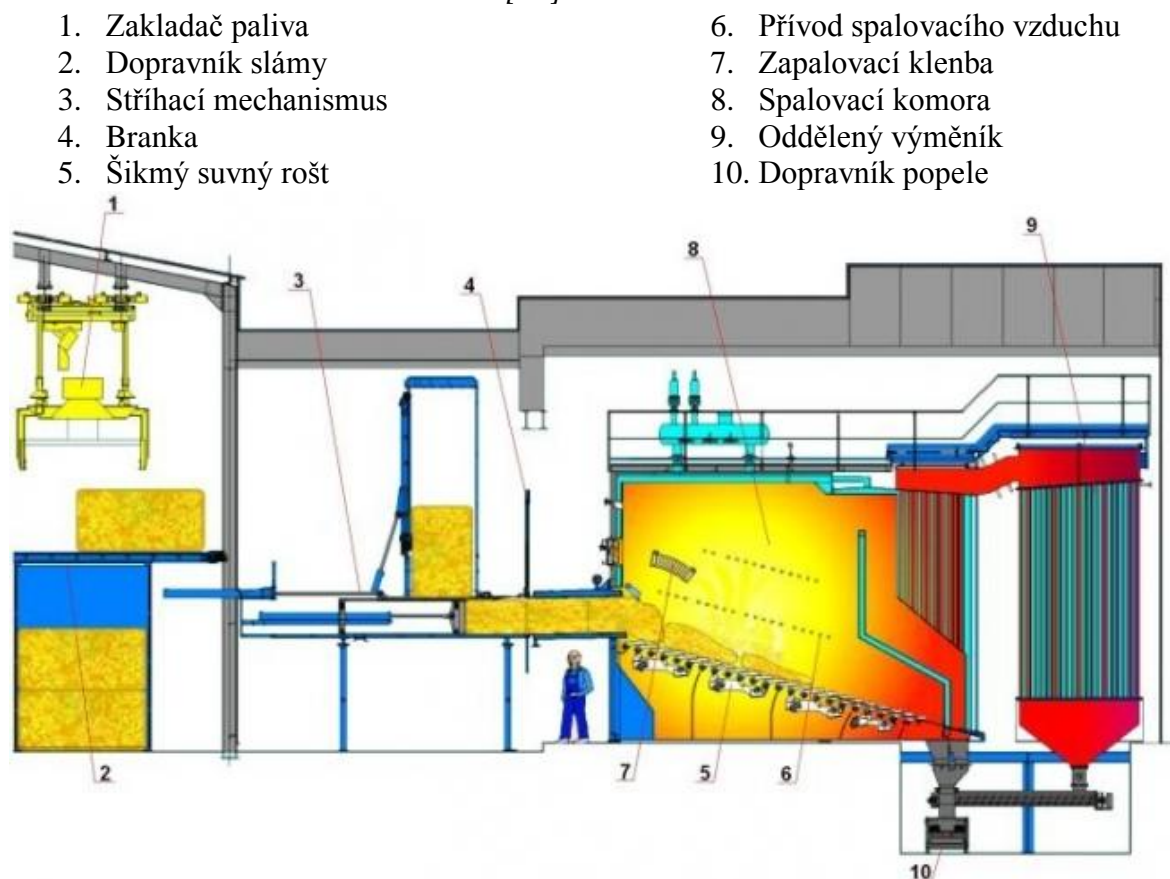
Teplárna Sever je koncipována jako vícepalivová teplárna spalující dřevní biomasu, slámu, zemní plyn a LTO. Při spalování dřevní biomasy používá kotel Vesko-B, sláma se používá jako palivo v kotli Vesko-S. Dominantou Teplárny Sever je termoolejový kotel s ORC turbínou pro výrobu elektřiny (1 MWe) a velká skládka biomasy. Součástí teplárny je teplovodní akumulátor o objemu 1 800 m³. Akumulátor se nabíjí teplem v noci a mimo odběrovou špičku, kdy klesá odběr tepla. Uskladněné teplo se využije například v zimních ranních a odpoledních špičkách a po víkendu, kdy se začínají vytápět školy a další budovy, které byly přes noc a o víkendu v utlumeném režimu [21].

V roce 2011 se v Teplárně Sever vyrobilo celkem 166 000 GJ tepla, z toho výroba tepla z biomasy představovala 147 550 GJ, což je 89% celkové produkce tepla dané teplárny. Výroba KVET činila 18 450 GJ. [22]

4.2 Teplárna Jih

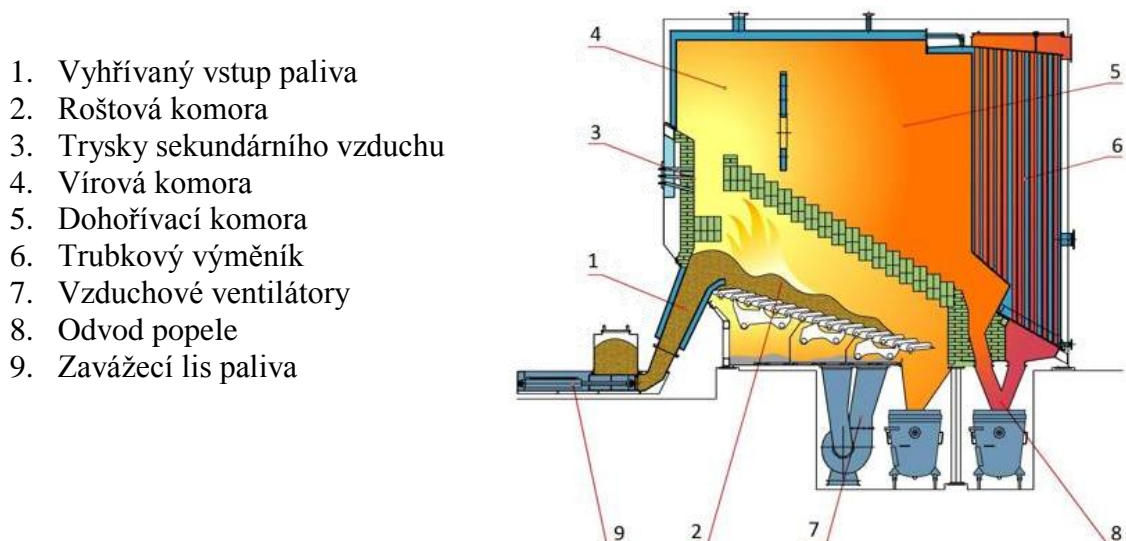
Jedná se opět o vícepalivovou teplárnu spalující zejména slámu, zemní plyn a LTO. Skládá se z akumulární nádrže o objemu 2 500 m³, dvou kotlů Vesko-S s výkonem 5 MW spalujících zejména slámu a z kotle Vesko-B s výkonem 3 MW, který používá jako palivo dřevní štěpku. Do kotle Vesko-S jsou balíky slámy naváženy vysokozdvížným vozíkem do prostoru pod zakladačem. Zakladač přenáší balíky slámy na podávací plošinu, která je přesouvá do stříhacího mechanismu, kde jsou balíky pomocí nože rozřezány. Pístem jsou jednotlivé části balíků slámy tlačeny tunelem na rošt kotle. Zpětnému zahoření při zpětném pohybu pístu v palivové cestě brání branka, což je vodou chlazené hradítko. Kotle Vesko-S mají pracovní teplotu 90 – 100 °C, mají příznivý vliv na životní prostředí, mají nenáročnou obsluhu, popel lze zkompostovat. Na kotle Vesko-S byla poskytnuta podpora z prostředků Evropského fondu pro regionální rozvoj a z prostředků SFŽP ČR.

Obrázek 8: Hlavní části kotle Vesko-S [23]



Kotle Vesko-B mají vysokou spolehlivost a provozuschopnost. Díky tomu, že mohou spalovat i méně hodnotné dřevní odpady, mohou vyrobit nejlevnější teplo na trhu. Pracovní teplotu mají 90 – 130 °C. Konstrukce ohniště i způsob dopravy paliva umožňuje spalovat i méně kvalitní dřevní hmoty o vysoké vlhkosti, protože před vstupem na rošt palivo prostupuje vyhřívaným tunelem, ve kterém dochází k předsušení paliva. Dopravní cesty jsou schopné přepravit i značné množství nespalitelných příměsí, jako je kamení, ocelové kusy apod.

Obrázek 9: Hlavní části kotle kotle Vesko-B [24]



V roce 2011 Teplárna Jih vyrobila celkem 110 227 GJ tepla, z toho výroba tepla z biomasy představovala 100 791 GJ, což je 91% celkové výroby tepla. Výroba KVET činila 9 436 GJ.

4.3 Teplárna Západ

V roce 1911 byla v červnu v bývalé borovinské továrně na boty BOPO Třebíč otevřena vícepalivová teplárna na biomasu Teplárna Západ. V Teplárně Západ byl uveden do provozu kondenzační výměník spalin s mokřým elektrofiltrem švédské firmy OPCON. Toto unikátní zařízení zvyšuje účinnost kotle v teplárně až na 95 % a zároveň dokonale vyčistí spaliny hluboko pod platné české i evropské normy. Do ovzduší se vypouští pouze 10 miligramů emisí tuhých látek na metr krychlový, což je až pětadvacetkrát méně emisí, než povolují české normy[25].

Teplárna Západ je vybavena kotlem Vesko-B s výkonem 3 MWt, ve kterém se spaluje převážně dřevní štěpka, spalínovým kondenzátorem o výkonu 0,7 MWt s filtrem a teplovodním akumulátorem o objemu 1 800 m³. Kotelna může spalovat veškerou dřevní biomasu. Jako palivo může posloužit i zemní plyn nebo lehký topný olej. V areálu jsou i kogenerační jednotky na kombinovanou výrobu elektřiny a tepla.

V roce 2011 Teplárna Západ vyrobila celkem 40 272 GJ tepla, z toho výroba tepla z biomasy činila 36 272 GJ, což je 90 %, a výroba KVET byla 4 000 GJ.

V průběhu posledních deseti let došlo v Třebíči k systémové centralizaci zásobování teplem. Uhlenné, plynové a elektrické kotelny nahradily moderní teplárny s kombinovanou výrobou elektřiny a tepla z biomasy. Třebíčské teplárny dodávají teplo téměř 10 000 domácnostem. V roce 2011 trebičské teplárny spotřebovaly celkem 32 500 tun biomasy

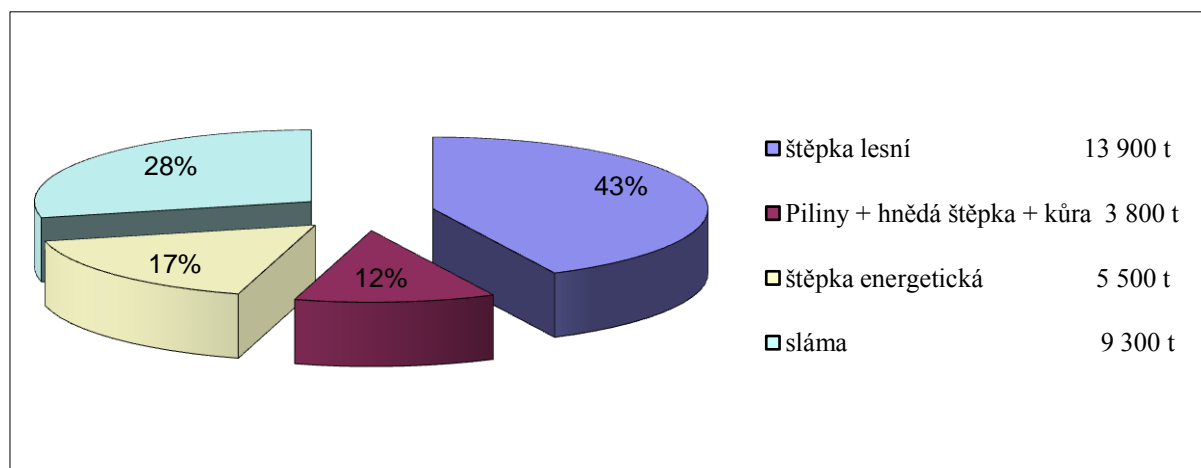
Dodávky tepla v Třebíči jsou realizovány z 90 % z těchto tří tepláren. V roce 2011 bylo město Třebíč z 85 % vytápěno teplem z biomasy, kterou tvořila zejména dřevní štěpka, zbytková dřevní hmota z pil a sláma.

Obrázek 10: Teplárna Západ [25]



Na závěr bych chtěl porovnat energetické využití biomasy pro teplo a elektrickou energii. Použiji biomasu, která se použila v Třebíči v SZT v roce 2011 [26]

Obrázek 11: Spotřeba jednotlivých druhů biomasy v SZT Třebíče v roce 2011 [22]



Tabulka 6: Použitá biomasa pro srovnání ceny tepelné a elektrické energie z biomasy

Druh biomasy	Množství [t]	Výhřevnost [GJ/t]	Celkem energie v palivu [GJ/t]
Dřevní biomasa	23 200	8,5	197 200
sláma	9 300	14,7	136 710
celkem	32 500		333 910

Tabulka 7: Výroba tepla z biomasy

Celková energie v palivu	333 910 GJ
Účinnost	85%
Vyrobené (využité) teplo	283 824 GJ
Podpora (50 Kč/GJ – předpokládá se pro rok 2013)	14 191 200 Kč

Tabulka 8: Výroba elektřiny z biomasy v kondenzační elektrárně s výkonem 3,5 MWe

Celková energie v palivu	333 910 GJ
Účinnost	25%
Vyrobená elektřina	83 478 GJ (23 188 MWh)
Podpora (02 zelený bonus 2480 Kč/MWh)	57 506 240 Kč
Podpora na 1GJ	$57\,506\,240 : 83\,478 = 689 \text{ Kč}$

$$689 : 50 = 13,78$$

$$283\,824 : 83\,478 = 3,4$$

Při stejném množství biomasy je podpora na elektřinu z biomasy téměř 14 krát větší než na teplo. Ze stejného množství biomasy se získá 3,4 krát více energie tepelné jak elektrické.

5 Závěr

Je zřejmé, že biomasa patří mezi perspektivní zdroje obnovitelné energie. Získávání energie z biomasy má své kladné i záporné stránky.

Nevýhody využití biomasy:

- vyšší investiční náročnost
- nedostatečná podpora státu
- větší objem paliva a tím vyšší nároky na skladovací prostory
- energetické využití biomasy je problematické vzhledem k umístění zdrojů biomasy a spotřebičů – problémy s uložením, transportem a distribucí získané energie
- vyšší obsah vody má za následek nižší účinnost spalování
- nutnost úpravy biomasy vyžadují investice do nových zařízení
- složitější manipulace s palivem ve srovnání s plynem a elektřinou
- náklady na pořízení a údržbu kotlů
- náklady na budování lokálních energetických sítí [27]

Výhody využití biomasy k energetickým účelům:

- palivo z biomasy obsahuje velmi malé množství síry a na rozdíl od fosilních paliv emise méně znečišťují ovzduší
- biomasa omezuje růst skleníkových plynů v ovzduší
- řízená produkce biomasy přispívá k péči o krajinu
- používání biomasy omezuje naši závislost na fosilních zdrojích energie
- dochází k rozvoji regionu s využitím místních zdrojů - využití kletí, těžebních zbytků, slámy
- pěstování biomasy, její přeprava, zpracování a použití různých technologií mají za následek vytváření nových pracovních míst a růst ekonomiky
- vícepalivost má za následek snížení rizikovosti dodávek energie a cenových výkyvů paliv
- dostupnost biomasy má vliv na snížení spotřeby dovážených energetických surovin a tím i pozitivní vliv na obchodní bilanci státu
- k pěstování energetických plodin a rychle rostoucích dřevin lze účelně využívat i méně úrodnou zemědělskou půdu, která se nehodí k potravinářské výrobě
- lze využít i různé rostlinné a dřevní zbytky a odpady

Začátek dotací na podporu výroby energie z biomasy v České republice je spojen s přijetím energetického zákona č. 458/2000 Sb. o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích [14], který vstoupil v platnost 1. ledna 2001. Na tento zákon navázal v roce 2005 zákon č. 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie (zákon o podpoře obnovitelných zdrojů). Podle tohoto zákona výkupní cenu elektrické energie z biomasy stanoví Energetický úřad vždy na kalendářní rok dopředu. Cena pro daný rok nesmí být menší než 95% hodnoty výkupních cen platných v roce předchozím. Od ledna 2011 se tato podmínka nevztahuje na ty druhy obnovitelných zdrojů, u kterých je dosaženo návratnosti investic kratší než 11 let. Výkupní cena elektřiny do sítě se liší podle toho, která kategorie biomasy se spaluje a v jak starém provozu. Je zaveden systém zelených bonusů. Na společné spalování biomasy s fosilními palivy platí jen zelené bonusy.

Každý rok je součástí Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie program EFEKT, který je zaměřen na osvětovou činnost v oblasti energetiky a na menší investiční akce. Další dotace je možno čerpat ze strukturálních fondů EU, z Operačního programu Ministerstva životního prostředí a z Programu na rozvoj venkova ČR na období 2007 – 2013.

Podle Národního akčního plánu pro biomasu by výroba elektřiny z biomasy v roce 2020 oproti roku 2010 měla vzrůst 2,5 krát, výroba tepla z biomasy 1,4 krát. Na základě energetického využití biomasy bych preferoval a dotoval využití biomasy na teplo a kombinovanou výrobu elektřiny a tepla. Biomasa je naše národní bohatství, a proto je nutné ji využívat s vysokou účinností.

6 Seznam použitých zdrojů

- [1] Jaderná elektrárna Fukušima I. *Wikipedie* [online]. 2012 [cit. 2012-02-12]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Jadern%C3%A1_elektr%C3%A1rna_Fuku%C5%A1ima_I
- [2] Jaderná příhoda Francouze vyděsila. *Aktualne* [online]. 2012 [cit. 2012-02-12]. Dostupné z: <http://aktualne.centrum.cz/zahranici/evropa/fotogalerie/foto/372866/?cid=714020>
- [3] Biomasa. *Nazeleno* [online]. 2008 [cit. 2012-02-12]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/biomasa.dic>
- [4] Fotosyntéza. *Wikipedie* [online]. 2012 [cit. 2012-02-13]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Fotosynt%C3%A9za>.
- [5] Vyhláška č. 482/2005 Sb. *Moje energie* [online]. 2009-2012 [cit. 2012-02-13]. Dostupné z: <http://www.mojeenergie.cz/cz/vyhlaska-c-482-2005-sb>
- [6] Uplatnění krmného šťovíku - Rumexu OK 2. *Biom* [online]. 2011 [cit. 2012-02-13]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/uplatneni-krmneho-stoviku-rumexu-ok-2>
- [7] Zelené zlato? Amarant nebo laskavec. *Inovace* [online]. 2011 [cit. 2012-02-13]. Dostupné z: <http://inovace.cz/novinky/495-zelene-zlato-amarant-neboli-laskavec>
- [8] Biomasa – definice, rozdělení, využití, rizika, trendy. *Setrime-energie* [online]. 2012 [cit. 2012-02-13]. Dostupné z: <http://www.bohemia-bioenergy.cz/biomasa.htm>
- [9] Zbytková biomasa. *Biomass* [online]. 2010 [cit. 2012-02-13]. Dostupné z: <http://www.biomass.cz/zbytkova-biomasa/>
- [10] JANDAČKA, J. Biomasa jako zdroj energie. *Biomasa-info* [online]. 2007 [cit. 2012-02-19]. Dostupné z: <http://www.biomasa-info.sk/docs/PriruckaBiomasaZdrojEnergie.pdf>
- [11] Pyrolýza. *Wikipedie* [online]. 2012 [cit. 2012-03-14]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Pyrol%C3%BDza>
- [12] Akční plán pro biomasu pro ČR na období 2009 -2011. *Biomastechnology* [online]. 2009 [cit. 2012-03-15]. Dostupné z: <http://www.biomastechnology.cz/docs/APbiomasaCR.pdf>
- [13] Zpráva o plnění indikativního cíle výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie za rok 2010. *Mpo* [online]. 2011 [cit. 2012-03-19]. Dostupné z: <http://download.mpo.cz/get/29807/50655/583501/priloha001.pdf>
- [14] zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů
- [15] zákon č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů) v účinném znění
- [16] Energetický regulační věstník. *Eru* [online]. 2011 [cit. 2012-03-19]. Dostupné z: http://www.eru.cz/user_data/files/cenova%20rozhodnuti/CR%20elektro/2011/ER%20CR%207_2011OZEKVEDZ.pdf
- [17] zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření s energií
- [18] Program EFEKT 2012. *Mpo* [online]. 2011 [cit. 2012-05-12]. Dostupné z: http://www.mpo-efekt.cz/upload/62d0d69c2bcb052223969e1a31d35403/_EFEKT_2012_TEXT.pdf

- [19] Skupiny dotačních programů. *Dotacnisluzby* [online]. 2012 [cit. 2012-05-12].
Dostupné z : <http://www.dotacnisluzby.cz/uvod.html>
- [20] KOČ, B. Zelené teplo pro Třebíč. *Aplikacecmvcr* [online]. 2012 [cit. 2012-05-12].
Dostupné z: http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/2003/casopisy/vs/0533/tema_info.html
- [21] Projekt Teplárna Sever. *Ekobioenergo* [online]. 2012 [cit. 2012-05-12].
Dostupné z: <http://ekobioenergo.cz/2-o-nas/11-projekt-teplarna-sever.html>
- [22] HORKÝ, R. *Vysoká účinnost využití biomasy pro soustavu zásobování teplem v Třebíči*.
- [23] Kotel Vesko-S. *Tts* [online]. 2012 [cit. 2012-05-12].
Dostupné z: <http://www.tts.cz/cz/boilers/kotel-na-slamu.html>
- [24] Kotel Vesko-B. *Tts* [online]. 2012 [cit. 2012-05-12].
Dostupné z: <http://www.tts.cz/cz/boilers/vesko-b.html>
- [25] Účinné využívání biomasy v Třebíči. *Tts* [online]. 2012 [cit. 2012-05-12].
Dostupné z: <http://www.tts.cz/cz/energo/download/15.pdf>
- [26] HORKÝ, R. Vysoká účinnost využití biomasy = efektivní cesta k naplnění závazků EU s snížením nákladů konečných spotřebitelů elektřiny. *Biom* [online]. 2012 [cit. 2012-05-12].
Dostupné z www: <http://biom.cz/Biomasa2011/R.Horky.pdf>
- [27] Energie z biomasy III. *Oei.fme.vutbr* [online]. 2012 [cit. 2012-03-19].
Dostupné z: http://oei.fme.vutbr.cz/konfer/biomasa_iii/papers/20-PravdaI.pdf

7 Seznam použitých zkratek a symbolů

m_p	hmotnost popela [g]
m_d	hmotnost absolutně suchého vzorku paliva [g]
A	obsah popela
Q_s	spalné teplo [MJ.kg^{-1}]
Q_i	výhřevnost [MJ.kg^{-1}]
Q_v	výparné teplo [MJ.kg^{-1}]
w	energetická (relativní) vlhkost paliva [kg.kg^{-1}]
ERÚ	Energetický regulační úřad
OZE	obnovitelné zdroje energie
MEŘO	metyl-ester řepkového oleje
BRKO	biologicky rozložitelný komunální odpad
TKO	tuhý komunální odpad
PRV	Program rozvoje venkova
EU	Evropská unie
ČR	Česká republika
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
SZT	system zásobování teplem
KVET	kombinovaná výroba elektřiny a tepla
SFŽP ČR	Státní fond životního prostředí
RRD	rychle rostoucí dřeviny

8 Seznam použitých obrázků

Obrázek 1: Jaderná elektrárna Fukušima I [2]

Obrázek 2: Fotosyntéza [4]

Obrázek 3: Rumex OK2 (Uteuša) [6]

Obrázek 4: Elektrárna na biomasu v Hodoníně

Obrázek 5: Podíl jednotlivých druhů OZE na hrubé výrobě elektřiny v roce 2010 [13]

Obrázek 6: Podíl jednotlivých druhů biomasy na hrubé výrobě elektřiny z OZE v roce 2010

Obrázek 7: Vývoj hrubé výroby elektřiny z biomasy [13]

Obrázek 8: Hlavní části kotle Vesko-S [23]

Obrázek 9: Hlavní části kotle kotle Vesko-B [24]

Obrázek 10: Teplárna Západ [25]

Obrázek 11: Spotřeba jednotlivých druhů biomasy při centrálním vytápění Třebíče

9 Seznam tabulek

Tabulka 1: Chemické složení biomasy a fosilních paliv [10]

Tabulka 2: Výhřevnost, spalné teplo, obsah popela v suchém stavu. [10]

Tabulka 3: Výkupní ceny a zelené bonusy pro výrobu elektřiny z biomasy pro rok 2012 [16]

Tabulka 4: Shrnutí hrubé výroby elektřiny z OZE v roce 2010 [13]

Tabulka 5: Celkové dotace na výrobu elektřiny v Teplárně Sever

Tabulka 6: Použitá biomasa pro srovnání ceny tepelné a elektrické energie z biomasy

Tabulka 7: Výroba tepla z biomasy

Tabulka 8: Výroba elektřiny z biomasy v kondenzační elektrárně s výkonem 3,5 MWe